



Risque, Vulnérabilité, Résilience : comment les définir dans le cadre d'une étude géographique sur la santé et la pollution atmosphérique en milieu urbain ?

Sophie Baudet-Michel, Christina Aschan-Leygonie

► To cite this version:

Sophie Baudet-Michel, Christina Aschan-Leygonie. Risque, Vulnérabilité, Résilience : comment les définir dans le cadre d'une étude géographique sur la santé et la pollution atmosphérique en milieu urbain ?. Peltier A., Becerra S. Vulnérabilités sociétales, risques et environnement, L'Harmattan, pp.60-68, 2009. halshs-00414770

HAL Id: halshs-00414770

<https://shs.hal.science/halshs-00414770>

Submitted on 9 Sep 2009

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Risque, vulnérabilité, résilience : comment les définir dans le cadre d'une étude géographique sur la santé et la pollution atmosphérique en milieu urbain ?

C. Aschan-Leygonie et S.Baudet-Michel

Christina Aschan-Leygonie (Université de Lyon, UMR 5600 - Environnement, Ville, Société - Axe Risque & Territoire), christina.aschan@univ-lyon2.fr.

Docteur en géographie et maître de conférence de géographie à l'Université Lyon Lumière 2, ses activités de recherche portent sur la relation entre pollution atmosphérique et santé des populations et sur la question de la résilience des systèmes spatiaux.

Sophie Baudet-Michel (UMR Géographie-Cités ; Université de Paris Diderot 7), sophie.baudet-michel@univ-paris-diderot.fr.

Docteur en géographie et maître de conférence à l'Université Denis Diderot, ses activités de recherche portent sur la relation entre pollution atmosphérique et santé des populations. Ses travaux antérieurs ont porté sur les systèmes de villes en Europe et la politique régionale de l'Union européenne.

Résumé : Cet article propose une réflexion sur la notion de risque sanitaire dans le système des villes françaises. Cette réflexion s'appuie sur une proposition de définition des notions de risque, d'aléa et de vulnérabilité appliquées à la santé respiratoire dans les villes françaises. On y met en évidence l'inégalité du risque selon les villes, en tenant compte des facteurs établissant l'état de santé d'une population.

Cet article propose une réflexion sur la géographie interurbaine du risque sanitaire pour les pathologies aggravées par la pollution. Depuis les années 1970, l'exposition à la pollution atmosphérique est considérée par les épidémiologistes comme un facteur de risque en ce sens qu'elle favorise l'apparition de certaines pathologies respiratoires et cardiovasculaires. D'une manière plus générale, le terme risque recouvre différentes notions telles que l'aléa, la vulnérabilité, la résilience, la probabilité d'endommagement, la sensibilité. Les définitions de ces termes sont variables d'un auteur à l'autre (Morel et alii, 2006). Ici l'attention sera focalisée sur les notions de risque sanitaire, d'aléa, de vulnérabilité, de résilience et cherchera à interpréter ces notions dans une perspective interurbaine, celle de l'examen des villes françaises de plus de 100000 habitants.

1. POLLUTION ATMOSPHERIQUE EXTERIEURE ET SANTE DANS LA VILLE : UNE APPROCHE EPIDEMIOLOGIQUE TYPE DU RISQUE SANITAIRE

En épidémiologie le risque est conçu comme le résultat de l'action d'un facteur spécifique sur l'apparition ou le développement d'une pathologie. La présence de ce facteur détermine une probabilité plus forte pour les individus de développer la pathologie, indépendamment de toute autre cause.

Les études épidémiologiques relatives à la relation entre l'exposition à la pollution atmosphérique extérieure et la santé des populations reposent sur l'identification d'une association entre une série temporelle de mesures de polluants et une série temporelle de données sanitaires. Le programme de surveillance air et santé (PSAS, 2008) constitue un exemple type de ces études épidémiologiques.

Dans le cadre de ce programme les relations à court terme entre les admissions journalières à l'hôpital et les indicateurs d'exposition à la pollution atmosphérique sont observées pour les agglomérations urbaines de Bordeaux, Le Havre, Lille, Lyon, Marseille, Rouen, et Toulouse entre 1998 et 2003. Les indicateurs d'exposition à la pollution atmosphérique sont construits à partir des valeurs journalières de concentrations en dioxyde d'azote (NO₂), en particules au diamètre supérieur à 2,5 et 10 microns (PM_{2,5} et PM₁₀). Ces niveaux sont mesurés dans les stations urbaines et périurbaines des villes précitées, par les Agences Agréées pour la Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA). Les indicateurs sanitaires utilisés pour mesurer l'impact de la pollution sont des taux d'admission à l'hôpital pour quelques pathologies respiratoires et cardiovasculaires, par classe d'âge. La mise en relation est faite à travers une régression de Poisson qui permet de mesurer l'impact d'une augmentation de la concentration des polluants, quel que soit le seuil de concentration retenu : on mesure en effet les corrélations entre les deux séries pour des variations de 10 µg/m³ des niveaux de pollution pour le NO₂, par exemple. Cette mise en relation est corrigée par les facteurs dits de confusion suivants : présence de pollen, élimination des tendances de long terme, des épidémies de grippe, de la température ambiante. Les auteurs de l'étude calculent deux types de risques : un risque par ville, un risque pour l'ensemble des villes.

Les auteurs observent pour l'ensemble des villes un risque de 1,1 % dans le cas des admissions cardio-vasculaires des 65 ans et plus, en relation avec une élévation de la concentration en PM₁₀. Cela signifie que pour 10 µg/m³ en plus de PM₁₀ on observe 1,1 hospitalisations de plus pour des maladies cardiovasculaires pour les personnes de 65 ans et plus pour 100 hospitalisations. Cette approche met en œuvre une conception temporelle du risque. Le risque est lié à un événement dans le temps : l'élévation de la pollution sur une période de quelques jours. Il est évalué à court terme et correspond à la probabilité d'élévation du niveau de la morbidité ou de la mortalité respiratoire suite à une élévation de la pollution atmosphérique extérieure. Un seul facteur de risque est pris en compte : l'exposition à la pollution. C'est le seul considéré comme variant dans le temps. Les autres facteurs, tels que les caractéristiques, comportement et habitudes de vie de la population, les caractéristiques biologiques et génétiques des individus sont considérés comme invariants puisque c'est la même population qui est examinée à des dates différentes.

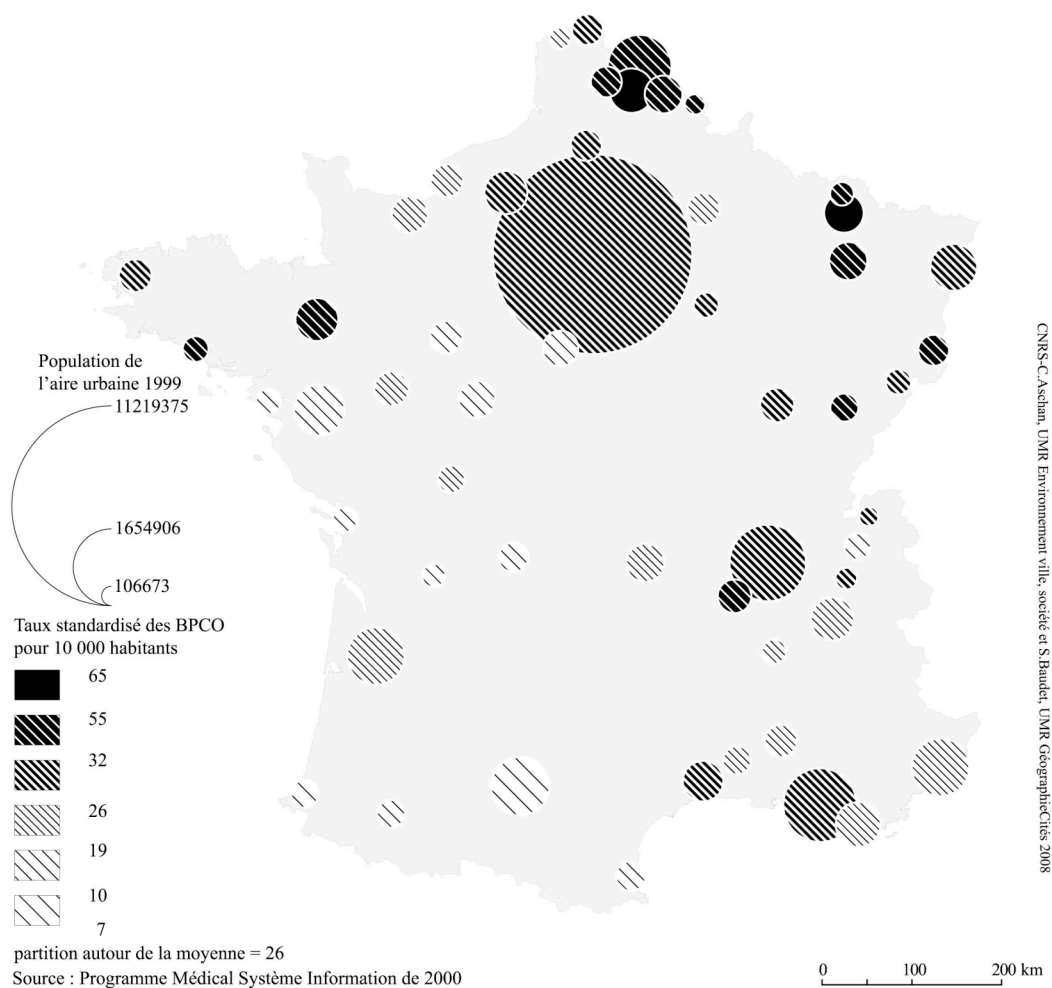
L'étude PSAS (2008) signale aussi des excès de risque relatif associés à une augmentation de 10 µg/m³ de PM₁₀, de NO₂ ou de PM_{2,5} hétérogènes selon les zones d'études. Pourtant, les raisons de cette hétérogénéité du risque sanitaire ne sont pas discutées. Notre hypothèse est que cette hétérogénéité tient aux inégalités de répartition d'autres facteurs que le facteur d'exposition à la pollution. Des déterminants de santé tels que le comportement et les habitudes de vie, l'accès aux soins, l'environnement (Lalonde, 1974, in Pomey, 2000) ne peuvent être considérés comme invariants dans l'espace de cette petite dizaine de villes. La composition socioprofessionnelle des villes, leur équipement en soin sont variables d'une ville à l'autre, selon qu'elles sont grandes ou petites, septentrionales ou méridionales... La répartition interurbaine de ces caractéristiques obéit au contraire à des régularités qui ne peuvent être négligées et qui tiennent notamment à leurs spécialisations économiques, à leurs positions dans le système urbain français (Pumain, 1995).

2. LES INEGALITES INERURBAINES DE MORBIDITE RESPIRATOIRE : REVELATRICES D'UN RISQUE SANITAIRE MULTIFACTORIEL ?

En 2000, dans les 54 aires urbaines de plus de 100 000 habitants, les diagnostics hospitaliers pour les maladies respiratoires en lien avec la pollution concernent 367 647 hospitalisations, soit environ 6 % des hospitalisations de ces zones dont près de 90 000 concernent les seules broncho-pneumopathies chroniques obstructives (BPCO) : 26 300 femmes et 63 600 hommes. Les BPCO font partie des pathologies respiratoires aggravées par la pollution atmosphérique.

Les variations des taux de morbidité standardisés par l'âge sont importantes d'une ville à l'autre (figure 1). Ainsi, à Toulouse le taux standardisé de morbidité pour les broncho-pneumopathies chroniques obstructives (BPCO) est de 9 pour 10 000 habitants tandis qu'il est de 60 pour 10 000 à Metz. Les taux moyen et médian sont d'environ 26 pour 10 000 habitants. Les taux sont légèrement plus élevés dans quelques grandes villes (compris entre 26 et 35 pour 10 000) comme Paris, Lyon, Marseille, Lille, Strasbourg. Ils sont beaucoup plus élevés dans quelques villes du Nord : Douai, Lens, Béthune, Metz, Nancy, Mulhouse. Ils sont globalement plus faibles à l'ouest d'une ligne Le Havre-Nice, et surtout beaucoup plus faibles (inférieur à 18 pour 10 000) dans quelques agglomérations de cette partie de la France : Toulouse, Nantes, Angoulême, Limoges, Bayonne, Pau, Orléans, Tours.

Figure 1 : Taux standardisé de morbidité pour les broncho-pneumopathies chroniques obstructives (BPCO) pour 10 000 habitants en 2000 dans les aires urbaines



Ce rapide examen met en lumière des différences interurbaines dans les taux de morbidité liés aux broncho-pneumopathies chroniques obstructives. Ces disparités expriment une variation de l'état sanitaire de la population des villes pour une pathologie aggravée par la pollution atmosphérique. Elles ne s'organisent pas au hasard, différencient l'espace français selon des périmètres macro-régionaux.

La première hypothèse est que ces variations interurbaines révèlent des situations de risques variables d'une ville à l'autre. La deuxième est que ces variations dépendent de facteurs que l'on peut classer en différents types : aléa et vulnérabilité.

Selon D'Ercole (1994) le risque dépend de la manière dont l'aléa et la vulnérabilité se combinent. L'aléa est un événement d'origine naturelle ou humaine, potentiellement dangereux. La vulnérabilité est la propension à favoriser les préjudices des personnes exposées à l'aléa. D'Ercole distingue les facteurs structurels (contexte socio-économique, culturel, fonctionnel ou institutionnel) permettant de caractériser la vulnérabilité et les facteurs conjoncturels qui sont les aléas. Facteurs structurels et conjoncturels varient dans

l'espace : il s'agit ici d'identifier ces facteurs pour décomposer les différences de risque sanitaire lié à l'exposition à la pollution selon les villes.

3. QUELLE DEFINITION DE L'ALEA POUR LE RISQUE SANITAIRE ?

Pour définir l'aléa pour le risque sanitaire, nous nous appuyons sur les travaux de Turner et al. (2003). Ces auteurs définissent l'aléa comme une menace d'origine naturelle ou humaine sur un système et distinguent deux types d'aléas. Les perturbations sont des événements ponctuels dont l'ampleur dépasse la variabilité habituelle du phénomène. Le « stress » est un autre type d'aléa qui exerce une pression continue sur le système, mais dont la variabilité est limitée.

Nous souhaitons envisager la pollution atmosphérique comme un aléa. Mais la complexité de la répartition dans le temps et l'espace de la pollution atmosphérique conduit à la considérer de deux façons. D'un côté, les pics de pollution, qui sont des événements ponctuels dans le temps et susceptibles d'augmenter le risque respiratoire à court terme, sont des aléas de type perturbation. De l'autre côté, l'exposition à la pollution de fond, habituellement définie comme la pollution à laquelle la population ne peut s'extraire, doit être vue comme un aléa de type « stress ».

Les perturbations sont des aléas repérables dans le temps. Les pouvoirs publics identifient des seuils de concentration de polluants à ne pas dépasser (par exemple le dioxyde d'azote et les particules supérieures à 2,5 microns). Au-delà des seuils d'alerte, la loi considère que la santé de la population est immédiatement menacée et qu'une élévation de la mortalité ou de la morbidité est attendue en conséquence. Les risques sanitaires encourus lors de l'exposition à cette pollution sont tels que la loi impose au préfet, responsable de la sécurité sur ce territoire, la mise en place de mesures de réduction immédiate de la pollution.

Dans le cas du dioxyde d'azote, la loi présente un seuil d'alerte fixé à $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ relevés sur trois heures consécutives dans des lieux représentatifs de la qualité de l'air (une zone d'au moins 100 km^2 ou une agglomération entière, la plus petite surface étant retenue). Dans chaque agglomération ou zone surveillée, un arrêté du préfet définit des mesures d'urgence susceptibles d'être prises en application de l'article 12 de la loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie (LAURE). Ces mesures sont préalablement définies dans les Plans Régionaux de la Qualité de l'Air (PRQA) : il s'agit par exemple d'une réduction de la vitesse des véhicules, d'une circulation alternée, d'un arrêt, d'un ralentissement ou d'un changement de source d'énergie des établissements industriels.

Un deuxième seuil est clairement identifié comme facteur de risque pour la santé des populations : il s'agit du seuil limite de $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$: celui-ci ne doit pas être observé plus de 2 % du temps (539 des moyennes horaires) dans l'année dans une station de mesure. Lorsqu'il est dépassé, les populations fragiles doivent être informées.

Les pouvoirs publics identifient donc des niveaux de pollution, identiques en tout point du territoire, induisant un risque sanitaire pour l'ensemble de la population de ce territoire. Ces niveaux sont exceptionnels, ils répondent à une conception du facteur de risque ponctuelle dans le temps et à une conception du risque comme conséquence de la survenue d'événements exceptionnels, des perturbations. La probabilité d'apparition de ces perturbations ponctuelles peut être estimée pour chaque ville en mesurant la fréquence de dépassement de ces seuils exceptionnels pour une période, qu'elle soit saisonnière ou annuelle.

D'autre part, la population d'une ville est soumise à une pollution ambiante chronique minimale 24h sur 24h, quel que soit son mode de déplacement, son mode de vie. Cette pollution chronique ambiante relève d'un aléa de type 'stress'. C'est celle que les épidémiologistes utilisent pour mesurer l'exposition de la population d'une ville à la pollution. Pour mesurer cette pollution de fond les auteurs s'appuient le plus souvent exclusivement sur des capteurs dits de pollution de fond (stations urbaines et parfois aussi périurbaines), à l'écart des zones de pollution principales ; le niveau journalier capté dans ces stations est retenu comme indicateur d'exposition pour l'ensemble du territoire d'une ville. Cette définition de la pollution de fond dans une ville vise à éliminer les sources particulièrement polluantes (voies à trafic intense en particulier), puisque les mesures des stations situées à proximité des sources polluantes ne sont pas prises en compte. Ce choix est généralement fondé sur l'hypothèse que les capteurs des stations de proximité n'enregistrent pas la pollution type ou moyenne d'une ville et qu'en les utilisant l'exposition des populations à la pollution risque d'être surestimée. Ce choix doit, dans une perspective géographique, être remis en cause.

Nous proposons de mesurer la pollution ambiante chronique en tenant compte des mesures de pollution obtenues sur l'ensemble des stations d'une ville, en fonction du type d'espace qu'elle représente, et non de sa seule localisation. On fait ainsi l'hypothèse que les stations périurbaines sont assez représentatives de l'ensemble des espaces périurbains, les stations de trafic des espaces où le trafic routier est intense, etc. Il s'agit alors de définir la part de chacun de ces types d'espace dans la ville et d'évaluer une exposition globale tenant compte d'une pondération par type d'espaces.

Dans les études épidémiologiques temporelles, la moyenne journalière est considérée comme pertinente pour résumer l'exposition d'un individu au cours de la journée. Mais la pollution urbaine (par le dioxyde d'azote, par exemple), s'organise de façon bimodale à l'échelle de la journée, et oppose des heures de pics (matinal : de 5 à 8h du matin ; vespéral : de 16 à 20h) à des heures de creux (nocturne : 23-3h) et diurne (10h-14h). C'est pourquoi il est nécessaire de construire des indicateurs d'exposition tenant compte de cette bi-modalité. Par ailleurs, dans une approche géographique, l'échelle de temps retenue pour construire les indicateurs d'exposition sera beaucoup plus large : il pourra s'agir d'un indicateur synthétique construit à partir des mesures faites pendant une saison, une année, un mois.

Cette exposition à la pollution chronique extérieure pourra être définie de manière rudimentaire, à partir d'un seul polluant extérieur, de manière plus sophistiquée en combinant plusieurs polluants. Nous pensons qu'elle peut être améliorée en intégrant des critères de pollution intérieure (ceux en cours de développement par l'AFSSET¹ notamment).

Nous proposons à partir de ces évaluations nouvelles de la pollution atmosphérique de fond, d'identifier la « pression » inégale de l'aléa défini par l'exposition à la pollution de type perturbation et de type stress. En examinant les niveaux de concentration du dioxyde d'azote des agglomérations de plus de 100 000 habitants nous avons pu observer que le niveau de concentration est habituellement plus faible dans les villes petites et moyennes, plus faibles dans les villes de l'ouest français que dans celles du nord ou de l'est (Aschan-Leygonie, Baudet-Michel, 2007a).

¹ Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail

Notre hypothèse est donc que les aléas de type stress et perturbations se combinent pour différencier les villes.

Parmi les facteurs permettant d'expliquer le risque sanitaire dans une ville, l'aléa (un pic de pollution, par exemple) n'est pas le seul élément à prendre en compte. La salubrité de l'environnement urbain, la capacité à soigner la population, la fragilité de la population sont autant de facteurs d'endommagement, de vulnérabilités qui vont affecter la réponse à l'aléa.

4. LES DIMENSIONS MULTIPLES DE LA VULNERABILITE SANITAIRE DES POPULATIONS URBAINES

La vulnérabilité est ici prise dans son acception la plus simple, c'est-à-dire la propension à favoriser les préjudices des personnes exposées à l'aléa. Reprenant la définition de D'Ercole (1994) nous souhaitons définir la vulnérabilité d'une ville à partir de caractéristiques structurelles qui tiennent à l'organisation hiérarchisée et non aléatoire des villes. Nous souhaitons en outre donner un caractère pluridimensionnel à cette vulnérabilité afin de refléter le caractère multifactoriel de l'état de santé de l'ensemble de la population d'une ville. Parmi les déterminants de la santé d'un individu, certains agissent au niveau individuel (les caractéristiques biologiques, génétiques), d'autres prennent sens à un niveau agrégé. Ainsi les caractéristiques socio-économiques ou démographiques permettent d'identifier des groupes sociaux aux comportements, habitudes de vie différenciées déterminants l'état de santé au niveau agrégé de ces groupes. D'autres déterminants peuvent être appréhendés au niveau des villes : ainsi les caractéristiques morphologiques de l'environnement urbain ou encore l'équipement en soins caractérisent non pas des individus mais les territoires qu'ils fréquentent. La première hypothèse est que la vulnérabilité d'une ville en matière sanitaire s'appuie sur ces dimensions agrégées, qu'il s'agisse d'une agrégation perceptible au niveau des groupes sociaux, ou du territoire de la ville. La deuxième hypothèse, fondée sur les travaux menés à l'équipe P.A.R.I.S, est que cette vulnérabilité ne s'organise pas au hasard mais défavorise certaines villes du système.

4.1. UNE VULNERABILITE SOCIO-DEMOGRAPHIQUE

Les inégalités dans les taux de mortalité des villes sont le reflet de l'inégale représentation des catégories de population favorisées. De nombreux chercheurs se sont intéressés à la question et ont montré que les inégalités de santé sont des phénomènes structurels qui concernent l'ensemble de la société et n'opposent pas simplement les groupes extrêmes. Ces inégalités s'observent dans l'espérance de vie, dans les taux de morbidité, dans le recours au soin, dans les taux de mortalité. Elles sont particulièrement sensibles pour les pathologies respiratoires traduisant souvent aussi une exposition dans le cadre professionnel (poussières, gaz) ou privé (tabac) à des facteurs de risque. Jouglar et Rican (2000) ont évalué une probabilité de décès ou d'espérance de vie associée à une catégorie socioprofessionnelle. Selon leurs calculs, le risque de décès d'un ouvrier entre 35 et 65 ans était de 26 % durant la période 1987-1993 (tableau 1), alors que pour un cadre ce même risque était seulement de 13 %.

Tableau 1 : Espérance de vie et probabilité de décès (cohortes INSEE 1982-1996)

CSP 1982	Espérance de vie des hommes à 35 ans (années)	Probabilité de décéder entre 35 et 65 ans – hommes (%)
Cadres, Professions libérales	44,5	13
Agriculteurs exploitants	43	15,5
Professions intermédiaires	42	17
Artisans, commerçants	41,5	18,5

Employés	40	23
Ouvriers	38	26

Source : Jougla, Rican, Péquignot, Le Toulle (2000)

Des corrélations positives et significatives (entre 0,4 et 0,6 au seuil de 0,05) sont observées entre les taux de morbidité pour les broncho-pneumopathies chroniques obstructives (BPCO) et la part de non diplômés, entre les taux de BPCO et la part d'actifs dans l'industrie de la transformation des métaux et entre les taux de BPCO et la part d'actifs dans les services domestiques (Aschan-Leygonie, Baudet-Michel, 2007a).

Au niveau d'un système de villes (Pumain, 1995), ces catégories de populations sont inégalement réparties. Généralement, plus les villes sont grandes, plus les catégories supérieures sont présentes ; plus les villes sont industrielles, plus les ouvriers sont représentés. Ces inégales représentations des catégories socioprofessionnelles ou démographiques affectent donc les caractéristiques de santé de la ville. Elles se traduisent par une inégale vulnérabilité de la population dans son ensemble à la maladie, ou à ses facteurs déclenchants. Nous considérons ces caractères comme des éléments de vulnérabilité du système urbain. Ces caractéristiques nous apparaissent comme des éléments relativement permanents des villes. Pourtant ils sont généralement peu pris en compte, voire même négligés dans une approche du risque sanitaire centrée sur la notion d'aléa.

4.2. UNE VULNERABILITE « MORPHOLOGIQUE » DES VILLES FRANÇAISES

Les aléas surviennent dans un environnement morphologique variable d'une ville à l'autre. Par environnement morphologique on entend la densité de la voirie, la densité et hauteur du bâti, la densité des espaces verts. Cette variation de l'environnement morphologique est de nature à faire varier les conséquences de l'aléa. Ainsi une période de canicule dans une ville dense, aux espaces verts rares et située dans un site encaissé ne produira pas les mêmes effets qu'une période de canicule dans une ville étalée, aux espaces verts nombreux, exposée à des vents forts.

4.3. LA VULNERABILITE URBAINE QUANT A L'OFFRE DE SOINS

On peut considérer que le système de soin pour une ville s'articule autour de plusieurs types de services ou d'équipements. Les équipements hospitaliers (publics et privés) représentent une capacité multiforme de soin et de recherche (soins d'urgence, soins de spécialité ou consultation régulière). Ils sont la partie la plus visible du système de soin, celle à laquelle on a recours en cas de danger imminent, en cas d'opérations de routine, mais aussi, pour la branche publique, celle qui est le plus sollicitée par les populations les plus marginales et défavorisées. A ces éléments essentiels du système de soin, viennent s'adjoindre les représentants de la médecine de villes (généraliste ou spécialiste) : leur présence est plus diffuse, leur activité plus difficile à quantifier et évaluer, mais ils sont indispensables au maintien d'un bon état sanitaire dans la ville. Dans le cas des pathologies respiratoires, c'est la présence de pneumologues, de broncho-pneumologues, d'oto-rhino-laryngologistes, de radiologues, mais aussi de pédiatres et de gériatres qu'il s'agira de prendre en compte. Les professions paramédicales interviennent aussi dans le cas des pathologies respiratoires (professions d'infirmier, de kinésithérapeute). Ces équipements, ou services, ou représentants du système de soin sont inégalement répartis dans l'espace français. C'est notamment le cas des professions paramédicales, des spécialistes. Leur répartition géographique crée une différenciation dans l'accès au soin selon que l'on réside dans une grande ou une petite ville, dans une métropole méridionale ou septentrionale. Dans tous les cas, cette offre de soin dépend à la fois de politiques qui sont menées au niveau national et des décisions micro-économiques des 'fournisseurs' de soins.

La vulnérabilité d'une ville est caractérisée à travers trois dimensions. Ces trois dimensions expriment des inégalités, des différenciations qui tiennent pour partie à la hiérarchie des systèmes de villes, à la structure organisée de ces systèmes, pour partie à leur localisation dans l'espace français. La situation de chaque ville en terme de vulnérabilité n'est pas indépendante des autres villes : elle est fonction de la situation des autres villes avec lesquelles elle est en interaction, tant sur le plan de l'équipement sanitaire, que des caractéristiques socio-démographiques. Cette vulnérabilité constitue un facteur d'endommagement différencié d'une ville à l'autre. Elle induit des types et niveaux de risques sanitaires, et plus particulièrement respiratoires, variables d'une ville à l'autre.

5. LA RESILIENCE OU LA CAPACITE A FAIRE FACE A L'ALEA

La résilience est définie comme la capacité d'un système à intégrer une perturbation dans son fonctionnement, à s'adapter à une perturbation ou un stress, voire à être renforcé par cette perturbation (Holling, 1986). La façon dont les auteurs travaillant sur le risque abordent la capacité à faire face à l'aléa ou la préparation face à l'aléa varie. Cependant la plupart intègre cette capacité dans la description de la vulnérabilité. Ainsi pour Pigeon et D'Ercole (1999) « *elle [la vulnérabilité] traduit la fragilité d'un système dans son ensemble et de manière indirecte sa capacité à surmonter la crise provoquée par l'aléa* ». Metzger et D'Ercole (2008a) définissent six formes de vulnérabilités parmi lesquelles on trouve l'alternative de fonctionnement et le niveau de préparation face à une crise.

Dans le cadre d'un travail sur le risque sanitaire, il est pertinent de clairement distinguer la vulnérabilité de la résilience. La vulnérabilité est une propriété intrinsèque de la ville qui dépend pour partie de sa position dans le système des villes. Elle préexiste au risque et à l'aléa. En revanche la capacité d'une ville, et de ses acteurs, à faire face à l'aléa définit son degré de résilience, c'est-à-dire sa réaction à la perturbation ou au stress, en termes d'ajustement et d'adaptation. L'enjeu de la résilience est donc *actif*, dynamique.

Ainsi on considérera que la résilience d'une ville tient dans la capacité des collectivités locales et des services déconcentrés de l'Etat à mettre en place des mesures spécifiques d'adaptation : qu'elles agissent sur l'aléa, ou sur la vulnérabilité.

Du côté de l'aléa, un équipement dense en station de surveillance de la pollution atmosphérique permet de constituer un réseau d'alerte fiable en cas de perturbation et de stress. Cet équipement dépend très largement des volontés locales et de la mobilisation des acteurs locaux autour des agences de surveillance. De la même manière, l'énonciation de mesures de réduction de la circulation, de mesures d'encouragement à une isolation thermique des bâtiments, de mesures d'amélioration des transports publics sont autant d'exemples d'adaptation à l'aléa qui varient d'un département à l'autre, d'une ville à l'autre. On trouve trace de ces mesures dans les plans locaux de réduction de la pollution.

Du côté de l'équipement en soin, les collectivités locales, régionales ou municipales ont désormais la possibilité d'influer sur la répartition des services de santé à travers les instruments de planification de l'offre. Elles peuvent ainsi améliorer l'accès des populations au soin. Mais ces possibilités se déclinent différemment selon les priorités des collectivités. Elles vont donc inégalement modifier la capacité d'adaptation de la ville au risque sanitaire.

CONCLUSION

Le risque sanitaire pour une ville tient à la combinaison entre la probabilité d'apparition des aléas, son niveau de vulnérabilité et sa résilience. Comment aléas, vulnérabilités et résiliences interagissent-ils ? Comment se hiérarchisent-ils ? A la lumière des études sociologiques de santé, on peut tenir pour très probable que la vulnérabilité socio-démographique joue un rôle fondamental dans les différenciations entre les villes. Dans les petites villes la plus faible présence des populations favorisées pourrait contribuer à élever le risque sanitaire, c'est à dire la probabilité de développer une pathologie respiratoire. En revanche, la moindre fréquence de pics de pollution (aléa de type perturbation) et un plus faible niveau de pollution chronique (aléa de type stress) abaisseraient le risque. Enfin, dans les villes où les collectivités territoriales mettent au devant de leur priorités les questions environnementales ou de santé, la résilience des villes, qu'elle agisse sur la vulnérabilité, ou sur l'aléa, sera accrue. Sans établir de hiérarchie entre aléa, vulnérabilité et résilience, et en partant de l'hypothèse très simplificatrice que chacun joue avec une égale intensité sur le risque sanitaire, on peut schématiser l'ensemble des combinaisons possibles en partant de deux situations extrêmes pour chaque composant : favorable, défavorable. A partir de ce modèle théorique, on identifiera des situations types de risque. La confrontation de ces situations types aux situations réelles, appréciées à travers les taux de morbidité permettra de mieux comprendre comment interagissent les facteurs pour expliquer le paysage sanitaire différencié des villes.

Bibliographie

- Abbey D.E., Nishino N., McDonnell W.F., Burchette R.J., Knutsen S.F., Beeson W.L., Yang J.X., 1999, « Long-term inhalable particles and other air pollutants related to mortality in nonsmokers », /American Journal of Respiratory Critical Care Medicine/, n° 159, p.373-382.
- Aschan-Leygonie C., 2000, « Vers une analyse de la résilience des systèmes spatiaux », /L'Espace Géographique/, n° 1, p. 67-77.
- Aschan-Leygonie C., Baudet-Michel S., 2007a, « Qualité de l'air et concentrations de dioxyde d'azote », /in/ Mattei M.F., Pumain D., /Données urbaines (5)/, Paris : Anthropos, p.335-349.
- Aschan-Leygonie C., Baudet-Michel S., 2007b, « Les maladies respiratoires d'après les hospitalisations », /in/ Mattei M.F., Pumain D., /Données urbaines (5)/, Paris : Anthropos, p.349-367.
- Cakmak S., Dales, R.E., Judek, S., 2006, « Respiratory health effects of air pollution gases: modification by education and income », /Environmental & Occupational Health/, t. 61, n° 1, p.5-10.
- D'Ercole R., 1994, « Les vulnérabilités des sociétés et des espaces urbanisés : concepts, typologie, modes d'analyse », /Revue de Géographie Alpine/, vol. 82, n°4, pp. 87-96.
- D'Ercole P., Piegon P., 1999, « l'expertise internationale des risques dits naturels : intérêt géographique », /Annales de Géographie/, n°608, pp. 339-357.
- Fassin D., Grandjean H., Kaminski M., Lang T., Leclerc A. (ed.), 2000, /Les inégalités sociales de santé/, Paris : Inserm, La Découverte, 441 p.
- Forastiere F., Stafoggia M., Tasco C., Picciotto S., Agabiti N., Cesaroni G., Perucci C.A., 2007, « Socioeconomic status, particulate air pollution and daily mortality : differential exposure or differential susceptibility ? », /American Journal of Industrial Medicine/, t. 50, n° 3, p.208-216.

- Gee G.C., Payne-Sturges D.C., 2004, « Environmental health disparities: A framework integrating psychosocial and environmental concepts », /Environmental Health Perspectives/, t. 112, n° 17, p.1645-1653.
- Holling C.S., 1986, « The resilience of terrestrial ecosystems: local surprise and global change », /in/ Clark W.C., Munn R.E., /Sustainable development of the biosphere/, Cambridge: Cambridge University Press, p.192-217.
- Jougla E., Rican S., Péquignot F., Le Toullec A., 2000, « La mortalité », /in/ Leclerc A., Fassin D., Grandjean H., /Inégalités sociales de santé/, Paris : INSERM, p.147-162
- Kasperson J. X., Kasperson R. E., 2001, /SEI Risk and Vulnerability Programme Report 2001-01/, Stockholm : Stockholm Environment Institute
- Metzger P., D'Ercole R., 2008a, « Enjeux territoriaux et vulnérabilité : une approche opérationnelle », /Présentation dans le cadre des séminaires Risque & Territoire de l'UMR 5600/, Lyon, 9 janvier 2008
- Metzger P., D'Ercole R., 2008b, « Enjeux territoriaux et vulnérabilité : une approche opérationnelle », /Colloque Vulnérabilités sociales, risques et environnement : Comprendre et évaluer/, Toulouse, 15 -16 mai 2008
- Morel V., Deboudt Ph., Hellequin A.-P., Herbert V., Meur-Férec C., 2006, « Regard rétrospectif sur l'étude des risques en géographie à partir des publications universitaires (1980-2004) », /L'information géographique/, n°1, pp. 6-24.
- Pomey M.P., 2000, « Les déterminants de la santé », /in/ Pomey M.P., Poullier J.P., Lejeune B., /Santé publique/, Paris : Ellipses, p.51-63.
- Programme de Surveillance Air Santé, 2008, /Relations à court terme entre les niveaux de pollution atmosphérique et les admissions à l'hôpital dans huit villes françaises/, Paris : Institut de Veille Sanitaire, 69 p. <http://www.invs.sante.fr>
- Pumain D., 1995, « Systèmes de villes », /in/, Bailly A., Ferras R., Pumain D., / Encyclopédie de Géographie/, Paris : Economica, pp. 623-643.
- Salem G., Rican S., Kurzinger M.L., 2006, /Atlas de la santé en France : Comportements et maladies/, Montrouge : John Libbey Eurotext, 221 p.
- Salem G., Rican S., Charraud A., Simon M., 2000, « Hiérarchie urbaine et densités médicales », /in/ Mattei M.F., Pumain D., /Données urbaines (6)/, Paris : Anthropos, p. 261-272.
- Turner B.L., Kasperson R.E., Matson P.A., McCarthy J.J., Corell R.W., Christensen L., Eckley N., Kasperson J.X., Luers A., Martello M.L., Polsky C., Pulsipher A., Schiller A., 2003, « A framework for vulnerability analysis in sustainability science », /Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America/, t. 100, n° 14, p. 8074–8079.
- Vignerot E., 2002, /Pour une approche territoriale de la santé/, Paris : DATAR - Editions de l'Aube, 286 p.